

## 学位論文要旨 Dissertation Abstract

氏名： 磯山 侑里  
Name

学位論文題目： 蒸散リアルタイムモニタリングに基づいた根圏環境制御に  
Title of Dissertation 向けた基礎的研究

学位論文要旨：  
Dissertation Abstract

太陽光植物工場における生産性向上を目的として、CO<sub>2</sub>施用・補光・飽差制御などの高度な環境制御装置が普及しつつある。高度化した環境制御技術の性能を十分に発揮させるためには、植物の生育状態に合わせて環境制御の設定値を適切に更新し続ける必要があるため、生産現場に実装可能な植物生体情報計測技術が注目されている。光合成と蒸散は、植物の生育を支える代表的な環境応答であるため、これらを計測する技術は、多様な植物生体情報計測技術のなかでもプライオリティが高いものとなっている。他方、わが国の野菜の施設生産は、その大多数が土耕栽培であり、そこでの灌水管理は栽培管理者の経験に基づいて行われている。そのため、養液栽培と比較して水利用効率が劣るだけでなく、灌水不足による水ストレスのリスクが大きい。そこで本研究では、土耕栽培を含む太陽光植物工場で栽培における最適灌水制御（水ストレスが生じない必要最低限の量の灌水）を実現するために、低コストH<sub>2</sub>O濃度センサを用いた蒸散速度リアルタイムモニタリングシステム（Transpiration Real-time Monitoring System: 以降、TRMS）を開発し、このシステムを用いたトマト個体群を対象とした植物診断（水ストレス検知）の可能性を検討した。

### 1. 開放型同化箱法による作物個体（個体群）を対象とした蒸散速度計測の検討

太陽光植物工場で栽培されているトマト個体の蒸散速度計測が可能な開放型同化箱法による計測システムを作製し、トマト個体群（2株）を対象とした計測を行い、チャンバから排出される空気の水蒸気濃度がチャンバに流入する空気の水蒸気濃度より高くなることを確認した。その際に、チャンバ内外の気温差を±1℃以下、相対湿度差を10%以下に維持することに成功した。また、葉温とチャンバ内気温が等しいと仮定することで総コンダクタンスを算出し、気孔の開閉の様子（チャンバ内の気流が定常であり、境界層コンダクタンスが一定であると仮定）のリアルタイムモニタリングを可能にした。

### 2. 蒸散リアルタイムモニタリングシステムの性能評価

高精度赤外線H<sub>2</sub>O濃度分析計（LI-850, LI-COR, Inc.）とTRMSで使用されている低コストH<sub>2</sub>O濃度センサ（SHT35, SENSIION AG）のH<sub>2</sub>O濃度差検出能力を比較

し、低コストH<sub>2</sub>O濃度センサが高精度赤外線H<sub>2</sub>O濃度分析計よりもH<sub>2</sub>O濃度差を約1割過小評価するものの、H<sub>2</sub>O濃度差の経時変化を把握するには十分な性能を有していることを確認した。また、人工的な結露条件において低コストH<sub>2</sub>O濃度センサの動作確認を行い、結露がセンサ出力値に影響を与えないことを確認した。

### 3. TRMSを用いた水ストレス検知実験

愛媛大学植物工場研究センターで栽培されているトマト (*Solanum lycopersicum* L., りんか409) の根圏への水ストレス付与 (給水を停止することでストレス付与) 実験を行った。その結果、TRMSを用いることで個体 (個体群) レベルでの総コンダクタンスの低下 (≒気孔の閉鎖) といった水ストレス検知が可能であることを確認した。さらに、総コンダクタンスを目的変数、屋外日射量・植物工場内気温・飽差を説明変数として重回帰分析を行ったところ、有意 ( $F(3, 278) = 14.68, p < .001, R^2 = 0.61$ ) なモデル ( $g_t = -607.23 + 28.95 T_s + 16.22 I - 16.74 VPD$ ) を得た。この結果は、TRMSで取得される最新のデータ (水ストレスが生じていないと仮定できるデータ) を用いて総コンダクタンスを予測するモデルを作成し、そのモデルを用いて気孔の閉鎖を検出する植物診断システムの構築が可能であることを示していた。

### 4. 蒸散リアルタイムモニタリングシステムの応用-植物由来匂い成分放出動態モニタリング-

TRMSに植物由来匂い成分放出動態モニタリング機能を追加し、太陽光植物工場で栽培されているトマト個体群の蒸散速度・総コンダクタンスおよび匂い成分放出量を同時計測した。その結果、本システムを用いることで、昼間に生じた水ストレスによって夜間のVOC放出 (n-Hexanal,  $\alpha$ -pinene,  $\alpha$ -copaeneおよびMeSA) が促進される可能性が示唆された。

#### まとめ

以上の結果は、植物由来匂い成分放出動態モニタリングによる水ストレスの自動判定を行うことで、水ストレスが生じていない状態での総コンダクタンス予測モデルの自動更新が可能になることを示しており、TRMSに植物由来匂い成分放出動態モニタリング機能を追加することで、より信頼性の高い植物診断システム (気孔閉鎖アラートシステム) の構築が可能になると期待される。